

⑫ 公開特許公報(A)

平3-248077

⑤ Int. Cl.⁵G 01 S 7/32
13/53

識別記号

C

庁内整理番号

8940-5J
8940-5J

④ 公開 平成3年(1991)11月6日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 レーダ信号処理方式

⑰ 特 願 平2-46393

⑱ 出 願 平2(1990)2月27日

⑲ 発 明 者 玉 井 一 樹 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑲ 発 明 者 藤 川 信 一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
⑲ 代 理 人 弁理士 伊東 忠彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

レーダ信号処理方式

2. 特許請求の範囲

レーダ信号から得られたゼロ・ドブラ信号をクラッタマップ(30)に供給してレーダの各レンジビン毎のマップを得る一方、該レーダ信号から得られたノンゼロ・ドブラ信号を周波数分割した後、この信号レベルをCFAR(Constant False Alarm Rate)回路(31)で逐次設定される閾値レベルと比較して比較結果を得、上記クラッタマップ(30)の出力及び上記CFAR回路(31)の出力に基づいてターゲット判定手段(32)でターゲット判定するレーダ信号処理方式において、

上記クラッタマップ(30)の出力を供給され、ポイントクラッタが存在するレンジビンが上記CFAR回路(31)の平均化セルに対応している

ときは該平均化セル中の該当セルをブランク状態にして該該当セルを上記CFAR回路(31)における閾値設定のための加算動作に用いないようにする一方、上記ポイントクラッタが存在するレンジビンが上記CFAR回路(31)のテストセルに対応しているときは上記CFAR回路(31)の閾値を強制的に増大させるように夫々制御する制御手段(33)を設けたことを特徴とするレーダ信号処理方式。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

パルスレーダから得られた信号をクラッタマップを通す一方、CFAR回路を通して誤警報確率を一定にしてターゲットのみを検出するレーダ信号処理方式に関し、

CFAR回路にポイントクラッタの洩れ込みが入来してもその影響なくターゲットのみを正確に検出することを目的とし、

ポイントクラッタが存在するレンジピンがCFAR回路の平均化セルに対応しているときは該平均化セル中の該当セルをブランク状態にして該該当セルをCFAR回路における閾値設定のための加算動作に用いないようにする一方、ポイントクラッタが存在するレンジピンがCFAR回路のテストセルに対応しているときはCFAR回路の閾値を強制的に増大させるように夫々制御する制御手段を設けた構成とする。

(産業上の利用分野)

本発明は、パルスレーダから得られた信号をクラッタマップを通す一方、CFAR回路(以下、CFARという)を通して誤警報確率を一定にしてターゲットのみを検出するレーダ信号処理方式に関する。

レーダを使用してある移動しているターゲットを検出する場合、一般には移動ターゲットのエコーの他に地面からのエコーもレーダに入来するために、ターゲットのみを確実に検出することは困

難である。そこで、地面からのエコー(クラッタ(エコー妨害))と称し、ターゲット検出に支障のある信号の影響なくターゲットのみを確実に検出することが必要である。

(従来の技術)

第5図は従来方式の一例のブロック図を示す。同図において、レーダからの信号は低域フィルタ1にて周波数が零付近の信号つまり垂直方向に移動しているターゲットからのエコーや地面からのエコー(これらをゼロ・ドブラ信号という)成分が取出され、クラッタマップ2に供給されて閾値とレベル比較され、ターゲット検出判定回路6に供給される。例えば、ターゲットが垂直方向のみに移動している場合、ゼロ・ドブラ信号はクラッタマップ2に設定されている閾値を越え、これがターゲット検出判定回路6にて検出判定される。

一方、レーダ信号はMTI(ムービング・ターゲット・インジケータ)3にてゼロ・ドブラ信号成分を抑圧されてノンゼロ・ドブラ信号(垂直方

向以外の方向に移動するターゲットからのエコー)とされ、FFTドブラフィルタ4に供給される。FFTドブラフィルタ4には複数のドブラバンクF。～F_{max}に対応して夫々異なる周波数帯域をもつフィルタ特性が設定されており、ノンゼロ・ドブラ信号はここでドブラ周波数が選別され、つまりSN比が向上されて各ドブラバンク毎に取出される。FFTドブラフィルタ4の出力はドブラバンクF。～F_{max}に対応して設けられているCFAR(誤警報確率を一定にする回路)5。～5_{max}にて閾値とレベル比較され、ターゲット検出判定回路6にて閾値を越えたレベルをもつドブラバンクのノンゼロ・ドブラ信号をターゲットと検出判定する。CFAR5。～5_{max}における閾値は、後述のように、入力信号レベルの平均値をとってこれより少し上のレベルになるように設定される。又、ターゲット検出判定回路6において得られたターゲットはレーダビデオスコープに供給され、ここに表示される。

第6図は従来のCFARの一例(Log-Cell

Averaging CFAR)の構成図を示す。同図はある一つの周波数バンクにおけるCFARを示す。CFARは同図に示す如く、大略、log変換回路9、シフトレジスタ部10、閾値設定部11、コンパレータ12にて構成されている。シフトレジスタ部10はM個の平均化セル13₁、13₂、テストセル14にて構成されており、平均化セル13₁、13₂とテストセル14との間はガードセルとされている。ここで、第4図に示すようなレーダ信号がlog変換回路9を介してシフトレジスタ部10に時系列的に入来すると、平均化セル13₁、13₂の出力が加算器15₁、15₂、15₃で加算され、平均化回路16で平均化され、加算器17で誤警報確率P_{fa}によって決まる固定値Tを加算されて閾値とされる。一方テストセル14の出力はコンパレータ12に供給され、加算器17からの閾値とレベル比較される。この場合、第7図に示す如く、CFARにおいては、ノイズ特性Iとノイズ及び信号特性IIとが重なった部分における振幅レベルを閾値(M+T)とし、これ

以上にノイズ特性 I が存在する部分を誤警報確率 R_{fa} とする。

例えば、ターゲットのように距離 R (R_1, R_2, \dots は距離 R の最小単位で、レンジビンという) 方向に対して急峻なレベル変化をもつ反射波については、レンジビン R_m におけるテストセル 14 の出力レベルとレンジビン R_m 前後における平均化セル 13₁, 13₂ の出力レベルの平均値から得られた閾値レベル A_2 との比較により、ターゲットのレベルは閾値レベル A_2 以上になる。このように $CFAR$ 5. ~ 5 max においてレベル比較された結果はターゲット検出判定回路 6 に供給され、閾値レベル以上の反射波をターゲットと判定する。

(発明が解決しようとする課題)

ところで、MTI 3 はゼロ・ドブラ信号成分を抑圧するものであるが、その出力にはまだゼロ・ドブラ信号成分が多く含まれており、レンジビン $R_1 \sim R_{max}$ に対応してかなりの大きさのクラ

ッタの洩れ込みの影響によってターゲット検出のための閾値レベル A_1 は大となり、ターゲットがテストセル 14 に存在するにも拘らず、ターゲットは閾値レベル A_1 未満ということになってターゲットを正確に検出できない問題点があった。一方、バンク N の $CFAR$ が第 4 図に $CFAR$ (B) で示す状態にあるとき (ポイントクラッタの洩れ込みがテストセル 14 に対応)、平均化セル 13₁, 13₂ に対応するレーダ信号レベルは低いので閾値レベルは B_2 に示すように比較的小さなレベルとなり、ポイントクラッタをターゲットとして誤検出してしまう問題点があった。

本発明は、 $CFAR$ にポイントクラッタの洩れ込みが入来してもその影響なくターゲットのみを正確に検出できるレーダ信号処理方式を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

第 1 図は本発明の原理図を示す。同図中、30 はクラッタマップで、レーダ信号から得られたゼ

ロ・ドブラ信号が認められる。一般に、クラッタ環境というものは空間的、時間的に一定ではなく、レーダ領域内において一定であることは考えられない。このため、FFT ドブラフィルタ 4 のある一つのバンク N についてみた場合、第 4 図に示すようにターゲットと共にポイントクラッタの洩れ込みも存在する。即ち、バンク N のフィルタ特性は第 8 図に実線で示す如くであり、バンク ($N+1$) その他のフィルタ特性はバンク N に準じて破線で示す如くであり、例えばバンク N のフィルタで例えば低周波数域にポイントクラッタ洩れ込みが存在する。

従って、バンク N の $CFAR$ とレーダ信号との位置相対関係において、その $CFAR$ が第 4 図に $CFAR$ (A) に示す状態にあるとき (ターゲットがテストセル 14 に対応)、ポイントクラッタの洩れ込みによって平均化セル 13₁, 13₂ の平均値から得られる閾値レベルは A_1 に示すように比較的大きなレベルとなり、つまり、ターゲットがテストセル 14 に対応したとき、ポイントク

ロ・ドブラ信号を供給されてレーダの各レンジビンのマップを得る。31 は $CFAR$ で、レーダ信号からのノンゼロ・ドブラ信号を周波数分割した後の信号レベルを逐次設定される閾値レベルと比較して比較結果を得る。32 はターゲット判定手段で、クラッタマップ 30 の出力及び $CFAR$ 31 の出力に基づいてターゲットを判定する。

本発明では、ポイントクラッタが存在するレンジビンが $CFAR$ 31 の平均化セルに対応しているときは平均化セル中の該当セルをブランク状態にして該該当セルを $CFAR$ 31 における閾値設定のための加算動作に用いないようにする一方、ポイントクラッタが存在するレンジビンが $CFAR$ 31 のテストセルに対応しているときは $CFAR$ 31 の閾値を強制的に増大させるように夫々制御する。

(作用)

ポイントクラッタのレンジビンが $CFAR$ 31 の平均化セルに対応しているときは平均化セルの

該当セルをブランク状態にすることにより閾値レベルが低下し、本来のターゲットがテストセルに対応している場合にそのターゲットをポイントクラッタの影響なく確実に検出できる。一方、ポイントクラッタのレンジピンがテストセルに対応しているときは閾値を増大させることにより、ポイントクラッタをターゲットとして誤検出することを防止できる。

(実施例)

第2図は本発明の一実施例のブロック図を示し、同図中、第5図と同一機能を有する部分には同一番号を付す。第2図において、従来例と同様に、レーダ信号は低域フィルタ1によってゼロ・ドブラ信号成分が取出され、クラッタマップ2のマップ更新フィルタ2aにてある一定時間においてレベルを平均化されて各方位及び各レンジピン毎にマップメモリ2bに格納される。この際、マップ更新フィルタ2aでは一定時間経過すると内容が更新され、順次新しい平均値が求められる。マップ

第4図に示すようなクラッタ成分が含まれている場合について説明する。低域フィルタ1はクラッタ成分も含めたゼロ・ドブラ信号を検出するため、クラッタマップ2のマップメモリ2bにはレンジピン R_n にポイントクラッタが存在するクラッタも格納されている。

スレッシュホールド、平均化セル制御回路21は、クラッタマップ2のマップ状態に応じてあるレベル以上をポイントクラッタとして判定する。この場合、第4図に示すバンクNのレンジピン R_n がポイントクラッタとして判定される。この判定信号はCFAR20。～20maxに供給され、第3図に示す如く、バンクNのCFARの平均化セル13₁～13₂のうちレンジピン R_n に対応する平均化セルをブランク状態にしていく。即ち、平均化セル13₁～13₂にはレンジピン R_1 から順に順次レーダ信号が時系列的に入室していくのでレンジピン R_n が入る平均化セルは予めわかるので、CFARが第4図に示すCFAR(A)の状態にあるときは、このレンジピン R_n が入る平

ブメモリ2bからの出力はゼロ・ドブラ信号ターゲット検出回路2cにおいてここに設定されている閾値とレベル比較され、従来例と同様に、ターゲットが垂直方向のみに移動している場合はゼロ・ドブラ信号が時間経過に従って閾値を越え、これがターゲット検出判定回路6にて検出判定される。

一方、レーダ信号はMTI3にてノンゼロ・ドブラ信号とされ、FFTドブラフィルタ4に供給されてここに設定されているドブラバンク毎のドブラ周波数が選別され、SN比が向上されて各ドブラバンク毎に取出される。FFTドブラフィルタ4の出力はCFAR20。～20maxにて閾値とレベル比較され、ターゲット検出判定回路6にて閾値を越えたレベルをもつドブラバンクのノンゼロ・ドブラ信号をターゲットと検出判定する。この場合、後述のように、CFAR20。～20maxはスレッシュホールド、平均化セル制御回路21の出力によって制御される。

ここで、従来例と同様に、MTI3の出力中に

均化セルを順次ブランク状態に切換えていく。この切換えにより、上記ブランク状態とされたセルからは出力が取出されないのので、第4図に示すようにターゲットに対する閾値レベルはA₂と低くなり、ターゲットをポイントクラッタの洩れ込みの影響なく確実に検出できる。

一方、CFARが第4図に示すCFAR(B)の状態にあるときは、スレッシュホールド、平均化セル制御回路21において、MTI3及びFFTドブラフィルタ4のフィルタ特性(第8図)に合わせてクラッタマップ2から求めたポイントクラッタの洩れ込みレベルを計算し、この計算した値を第3図に示す加算器17で加算して閾値レベルを第4図に示すB₁と高くする。これにより、ポイントクラッタの洩れ込みをターゲットとして誤検出することはない。

更に、クラッタマップ2の零ドブラ信号ターゲット検出回路2cによって零ドブラターゲットが検出された場合、スレッシュホールド、平均化セル制御回路21にてそのレンジピン(例えば R_n)が

検出され、前記ポイントクラッタの洩れ込みの場合と同様に、CFAR(A)の状態では平均化セル13₁、13₂の該当セルをブランク状態に切替えてターゲットの閾値レベルを低くする。これにより、前述の場合と同様に、零ドブラターゲットの影響なく、ターゲットのみを確実に検出できる。CFAR(B)の状態では閾値レベルを増加させ、零ドブラターゲットをターゲットと誤検出することを防止する。

(発明の効果)

以上説明した如く、本発明によれば、クラッタマップで得られる信号を用いてCFARの平均化セルをブランク状態にしたり、又は閾値を増大させるように制御しているので、一つのCFAR内にポイントクラッタの洩れ込みと本来のターゲットとが存在するような場合、ポイントクラッタの洩れ込みをターゲットとして誤検出してしまうようなことはなく、又、ポイントクラッタの洩れ込みの影響なくターゲットを確実に検出できる。

TI)、

4はFFTドブラフィルタ、

6はターゲット検出判定回路、

10はシフトレジスタ部、

11は閾値設定部、

12はコンパレータ、

13₁、13₂は平均化セル、

14はテストセル、

15₁～15₃、17は加算器、

16は平均化回路、

20₀～20_{max}、31はCFAR回路、

21はスレッシュルド、平均化セル制御回路、

32はターゲット判定手段、

33は制御手段

を示す。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理図、

第2図は本発明の一実施例のブロック図、

第3図は本発明の要部の構成図、

第4図は従来例及び本発明における閾値レベルの設定を説明する図、

第5図は従来の一例のブロック図、

第6図はCFARの一般的な動作を説明する図、

第7図はCFARにおける誤警報確率を説明する図、

第8図はFFTドブラフィルタのフィルタ特性を説明する図である。

図において、

1は低域フィルタ(LPF)、

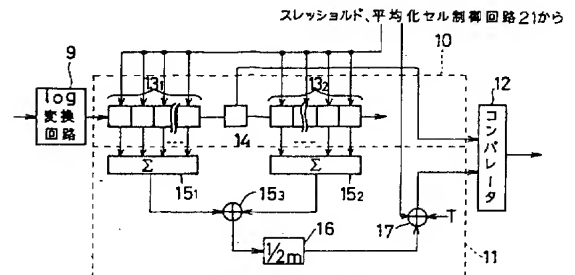
2、30はクラッタマップ、

2aはマップ更新メモリ、

2bはマップメモリ、

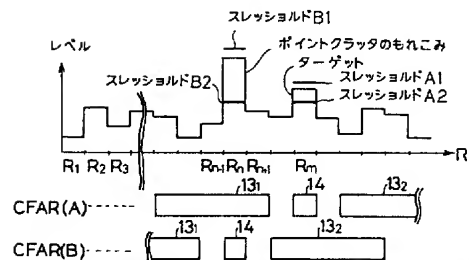
2cは零ドブラ信号ターゲット検出回路、

3はムービング・ターゲット・インジケータ(M



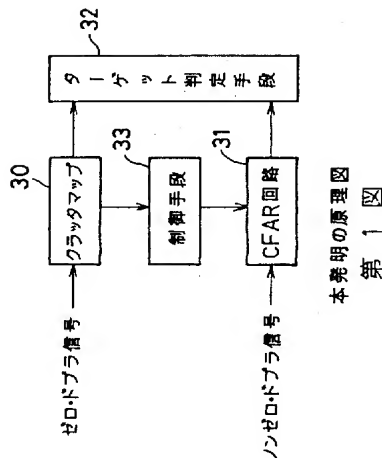
本発明の要部の構成図

第3図

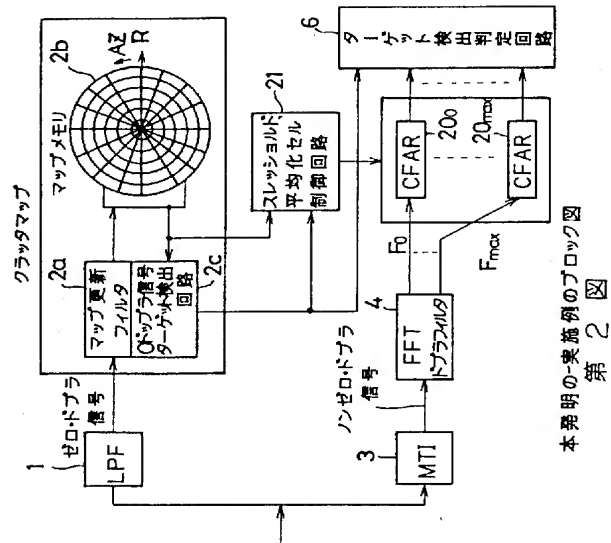


従来例及び本発明における閾値レベルの設定を説明する図

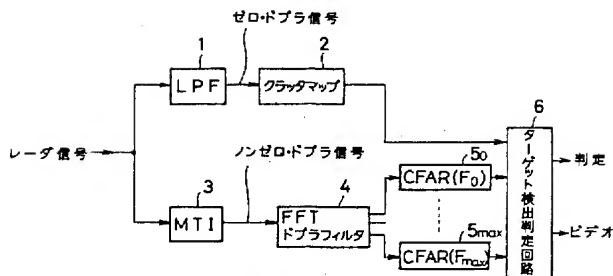
第4図



本発明の原理図 図1

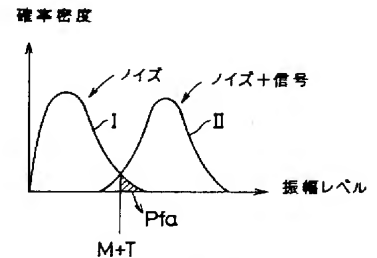


本発明の一実施例のブロック図
第2図



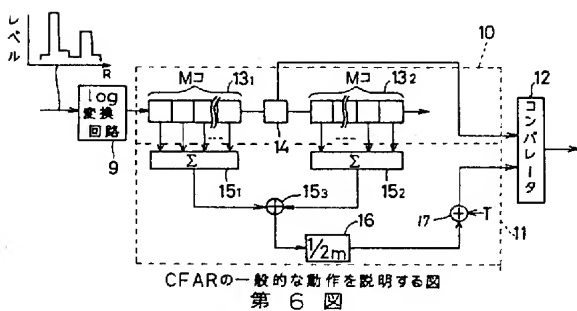
従来の一例のブロック図

第 5 図

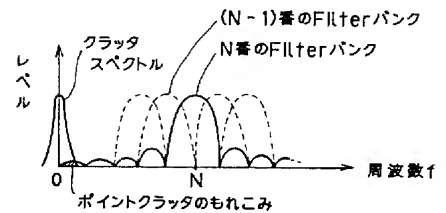


CFAR回路における誤警報確率を説明する図、

第 7 図



CFARの一般的な動作を説明する図
第 6 図



FFTドブラフィルタのフィルタ特性を説明する図

第 8 図

PAT-NO: JP403248077A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03248077 A
TITLE: RADAR SIGNAL
PROCESSING SYSTEM
PUBN-DATE: November 6, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TAMAI, KAZUKI	
FUJIKAWA, SHINICHI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
FUJITSU LTD	N/A

APPL-NO: JP02046393
APPL-DATE: February 27, 1990

INT-CL (IPC): G01S007/32 ,
G01S013/53

US-CL-CURRENT: 342/93

ABSTRACT:

PURPOSE: To detect a target accurately without penetration of a point clutter by turning an averaging cell of a Constant False Alarm Rate (CFAR) blank or to other conditions by a signal obtained by a clutter map.

CONSTITUTION: A radar signal is turned with a moving target indicator (MTI) 3 to a non-zero Doppler signal to be supplied to an FFT Doppler filter 4. A Doppler frequency per Doppler bank set here is selected to be picked up at each Doppler bank with an improved S/N. An output of the filter 4 is compared with thresholds by CFARs 200-20MAX and the non-zero Doppler signal of the Doppler bank with a level thereof exceeding the threshold is detected and judged to be a target. A threshold/averaging cell control circuit 21 judges a state exceeding a certain level according to a map condition of a clutter map 2 to be a

point clutter. The resulting judgement signal is supplied to the CFARs 200-20MAX to turn an averaging cell blank corresponding to a range pin R_n among the averaging cells 131-132 of the CFAR of a bank N.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio